

KAJIAN ALIRAN DUA FASA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL BERSKALA MAKMAL

*Issham Ismail,
Azman Ikhsan*

*Fakulti Kej. Kimia & Kej. Sumber Asli (FKKKSA),
Universiti Teknologi Malaysia (UTM),
Karung Berkunci 791,
Skudai, Johor.*

Abstrak

Kertas kerja ini membincangkan pembinaan dan penggunaan suatu model fizik berskala makmal untuk mengkaji regim atau corak aliran, isi cecair tertahan dan kesusutan tekanan di dalam paip lutsinar berukuran satu inci pada sudut 0° hingga 30° dari suatu rujukan mendatar. Medium air dan udara digunakan dalam kajian ini.

Kajian menunjukkan ketiga-tiga parameter yang dikaji dipengaruhi kecondongan paip kajian, halaju air dan halaju udara. Suatu perkara yang menarik ialah ide dan tenaga juruteknik makmal turut diguna dalam kajian ini.

Pengenalan

Aliran dua fasa kerap berlaku di kebanyakan tempat, terutamanya dalam industri petroleum dan petrokimia. Antaranya di dalam sistem talian paip, pemisah minyak dan menara penyulingan. Secara umum, aliran dua fasa yang berlaku boleh dibahagikan kepada empat kumpulan utama iaitu aliran gas-pepejal, gas-cecair, cecair-pepejal dan cecair-cecair. Aliran dua fasa boleh menimbulkan beberapa masalah seperti ketidaktepatan nilai pengukuran, pembentukan hidrat dan lain-lain. Dalam industri huluan petroleum, pengaliran minyak mentah dari dasar telaga ke permukaan melibatkan tiga fasa iaitu minyak, gas dan air. Kajian aliran jenis ini lebih rumit.

Banyak kajian dilakukan di makmal untuk mengkaji tingkah laku aliran dua fasa. Sebahagian besar kajian yang dilaksanakan setakat ini menggunakan medium udara dan air. Beberapa penyelidik terkenal yang terlibat dalam kajian aliran dua fasa ialah Beggs dan Brill (1973), Govier dan Aziz (1972), Thomas et al. (1974), Mukherjee dan Brill (1983) dan Bonnecaze et al. (1970). Hasil kajian mereka menyaksikan banyak pandangan, teori dan

sekaitan diketengahkan bagi memahami tingkah laku aliran dua fasa terutamanya untuk aliran dalam sistem condong. Sebagai contoh, sekaitan Beggs dan Brill didapati sesuai diguna untuk aliran condong kerana kajian yang dilakukan melibatkan kecondongan antara $+90^\circ$ dan -90° dari suatu garisan rujukan mendatar. Bagaimanapun, sekaitan Beggs dan Brill perlu dikaji lebih mendalam bagi meningkatkan ketepatannya (Brown, 1977). Antara parameter yang diteliti dalam suatu kajian aliran dua fasa ialah regim aliran, isi cecair tertahan dan kesusutan tekanan yang berlaku.

Setakat ini, kebanyakan kajian aliran dua fasa yang dilakukan adalah dalam skala industri yang memerlukan suatu kawasan yang luas, dan sistem tersebut lazimnya dibina oleh pengkaji itu sendiri. Ini bererti, tiada suatu sistem aliran dua fasa yang lengkap yang boleh didapati di pasaran, terutamanya untuk kegunaan amali pelajar kejuruteraan. Sehubungan itu, penulis mengambil satu langkah positif dengan membina sebuah rig aliran dua fasa berskala makmal.

Peralatan dan Kaedah

Pembinaan rig aliran dua fasa melibatkan gabungan ide dan tenaga penulis, juruteknik makmal dan pelajar tahun akhir. Dalam hal ini, selain daripada memilih alat yang sesuai untuk membina rig tersebut, pengkaji harus juga memahami dengan mendalam fungsi setiap alat serta cara pengendaliannya. Lebih-lebih lagi jenis pam dan pemampat udara yang hendak digunakan, dengan pemilihannya mestilah mengambil kira saiz, kuasa, kadar alir yang diperlukan dan cara pengendaliannya. Faktor kos dan ketahanan perlu juga diberi perhatian supaya rig yang dibina melibatkan kos yang minimum dan dapat diguna untuk suatu tempoh yang panjang.

Secara umum, alat yang diguna untuk membina rig aliran dua fasa terdiri daripada tangki air, pam, pemampat udara, pemisah, tolok tekanan, meter kadar alir air dan udara, injap solenoid, injap kawalan, injap sekang, paip pencampur, paip lentur, paip lutsinar bersaiz satu inci dan alat kecil lain seperti penyambung T, batang besi, roda, skru dan nut. Rajah 1 menunjukkan skema aliran dua fasa yang diguna dalam kajian ini.

Medium yang diguna dalam kajian ini terdiri daripada air dan udara, dengan kedua-dua bendalir tersebut dialirkan ke dalam sistem menerusi penggunaan pam dan pemampat udara. Kuantiti air yang masuk ke dalam sistem dikawal dengan menggunakan *penukar frekuensi* yang dipasang pada pam, manakala kuantiti udara dikawal dengan menggunakan injap yang terdapat pada jasad pemampat udara tersebut. Kedua-dua bendalir tersebut melalui paip pencampur bagi membentuk aliran dua fasa yang seragam, sebelum memasuki paip kajian (lutsinar). Semasa melalui paip kajian, beberapa data dicatat termasuk penganalisan regim aliran yang berlaku dan isi padu cecair tertahan. Seterusnya, bendalir dua fasa tersebut mengalir memasuki

pemisah, dengan air kembali semula ke dalam tangki air dan udara terbebas ke atmosfera.

Halaju air yang diguna dalam kajian ini ialah antara 0.137 m/s dan 0.703 m/s, manakala halaju udara daripada 1.974 m/s sehingga 6.579 m/s. Kecondongan paip kajian juga diubah dari 0° ke 30° dari rujukan mendatar.

Keputusan dan Perbincangan

Kajian aliran dua fasa ini berjaya menghasilkan beberapa keputusan yang menarik, yang dibincangkan pada bahagian seterusnya (Ghazali, 1993).

Regim atau Corak Aliran.

Kajian aliran dua fasa ini berjaya menghasilkan tiga jenis regim aliran iaitu aliran strata bergelombang, aliran slug dan aliran plug atau palam (Rajah 2), dengan pembentukan regim dipengaruhi halaju udara, halaju air dan kecondongan paip kajian (berkaitan dengan daya graviti). Fenomena ini boleh dilihat dalam Rajah 3 Apabila sudut paip kajian dinaikkan dari kedudukan mendatar, sempadan regim turut naik ke atas, sehinggakan aliran plug tidak lagi kelihatan pada sudut 20°. Bagi halaju air 0.703 m/s pada sudut 0°, hanya aliran slug dan aliran strata bergelombang sahaja yang diperolehi apabila halaju udara ditingkatkan melebihi 4.7 m/s. Pada sudut yang sama, aliran plug tidak boleh terbentuk jika halaju air kurang daripada 0.585 m/s.

Isi Padu Cecair Tertahan.

Frasa ini merujuk bahagian paip yang diisi cecair dan merupakan suatu hal yang penting dalam mereka bentuk pemisah minyak. Ia boleh dikira dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Isi padu cecair tertahan, } H_L = \text{Isi padu cecair di dalam paip} / \text{Isi padu paip}$$

Untuk suatu halaju air yang tetap, peningkatan halaju udara akan mengurangkan isi padu cecair tertahan secara linear, seperti dalam Rajah 4. Ini disebabkan dengan bertambahnya halaju udara, isi padu air yang mengalir di dalam paip berkurang. Isi padu cecair tertahan turut dipengaruhi kecondongan paip kajian, seperti ditunjukkan dalam Rajah 5. Kajian membuktikan untuk halaju air 0.703 m/s, isi padu cecair tertahan mencapai nilai maksimum 0.78 pada sudut 10° dengan halaju udara 1.947 m/s, dan nilai minimum 0.59 dengan halaju udara 6.447 m/s pada sudut yang sama.

Kajian juga menunjukkan isi padu cecair tertahan turut dipengaruhi regim aliran dengan aliran plug membentuk isi padu cecair tertahan lebih tinggi, yang diikuti aliran slug dan aliran strata bergelombang.

Kesusutan Tekanan.

Kajian membuktikan kesusutan tekanan yang rendah berlaku apabila paip kajian berada dalam keadaan mendatar dengan halaju udara dan air yang minimum. Hal ini boleh dilihat dalam Rajah 6. Apabila halaju air ialah 0.137 m/s dan halaju udara 1.047 m/s, kesusutan tekanan yang terbentuk ialah 0.36 psi.

Kesusutan tekanan yang tinggi berlaku apabila kecondongan paip kajian ditingkatkan kepada 30° dari kedudukan mendatar, dengan halaju air dan udara yang maksimum, seperti dalam Rajah 7. Kesusutan tekanan 3.9 psi berlaku dengan halaju air dan udara, masing-masing bernilai 0.703 m/s dan 0.447 m/s. Secara umum, penambahan kecondongan paip dan halaju bendalir meningkatkan lagi daya geseran yang wujud antara bendalir dan paip, lalu menyebabkan nilai kesusutan tekanan bertambah besar.

Kesimpulan

Pembinaan rig aliran dua fasa termasuk kajian yang dilakukan walaupun kelihatan mudah, tetapi ia dapat membentuk suatu asas yang penting kepada pelajar yang baru mengenali aliran dua fasa dan kerja-kerja penyelidikan selanjutnya. Walaupun regim aliran, isi padu cecair tertahan dan kesusutan tekanan merupakan antara parameter penting dalam kajian aliran dua fasa, tetapi banyak parameter lain yang boleh dikaji seperti dengan membandingkan keputusan kajian terhadap nilai yang diperoleh dari sekaitan yang sedia ada seperti Beggs dan Brill.

Kajian menunjukkan tiga jenis regim aliran diperoleh dengan menggunakan rig yang dibina iaitu aliran plug, aliran slug dan aliran strata bergelombang. Kajian juga membuktikan yang nilai isi padu cecair tertahan dipengaruhi halaju air dan udara, serta kecondongan paip kajian. Kesusutan tekanan yang berlaku didapati menjadi lebih ketara dengan meningkatnya kecondongan paip kajian dan halaju udara dan air.

Satu lagi perkara menarik yang harus diketengahkan ialah juruteknik juga diberi peluang mencurahkan ide dan tenaganya dalam pembinaan rig dan kajian aliran dua fasa ini. Dengan pendedahan dan bimbingan yang berterusan, hal ini dapat meningkatkan lagi pengetahuan dan motivasi juruteknik, yang merupakan satu persediaan yang baik dalam menghadapi cabaran selepas pengorporatan institusi pengajian tinggi.

Penghargaan

Penulis amat menghargai segala usaha saudara Mohd. Ghazali Abd. Karim (bekas pelajar 5 SKP) dan saudara Mahmood Rosidon (juruteknik) kerana membantunya menyiapkan kajian aliran dua fasa. Penulis juga berterima kasih kepada Pentadbiran FKKSAA kerana membenarkan penulis membentangkan kertas kerja ini di Seminar Kebangsaan Teknologi Makmal Ke-3, pada 20-21 Oktober 1997, bertempat di Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, dan UTM kerana membiayai segala perbelanjaannya ketika pembentangan tersebut.

Rujukan

Bonnecaze, R.H. et al., 1970. *Holdup and Pressure Drop for Two Phase Slug Flow in Incline Pipe*. Journal of Eng. Ind., Trans AIME. Nov. ms. 717-729.

Brill, J.P. dan Beggs, H.D., 1973. *A Study of Two Phase Flow in Inclined Pipe*. Journal Petroleum of Technology. May. ms. 607-617.

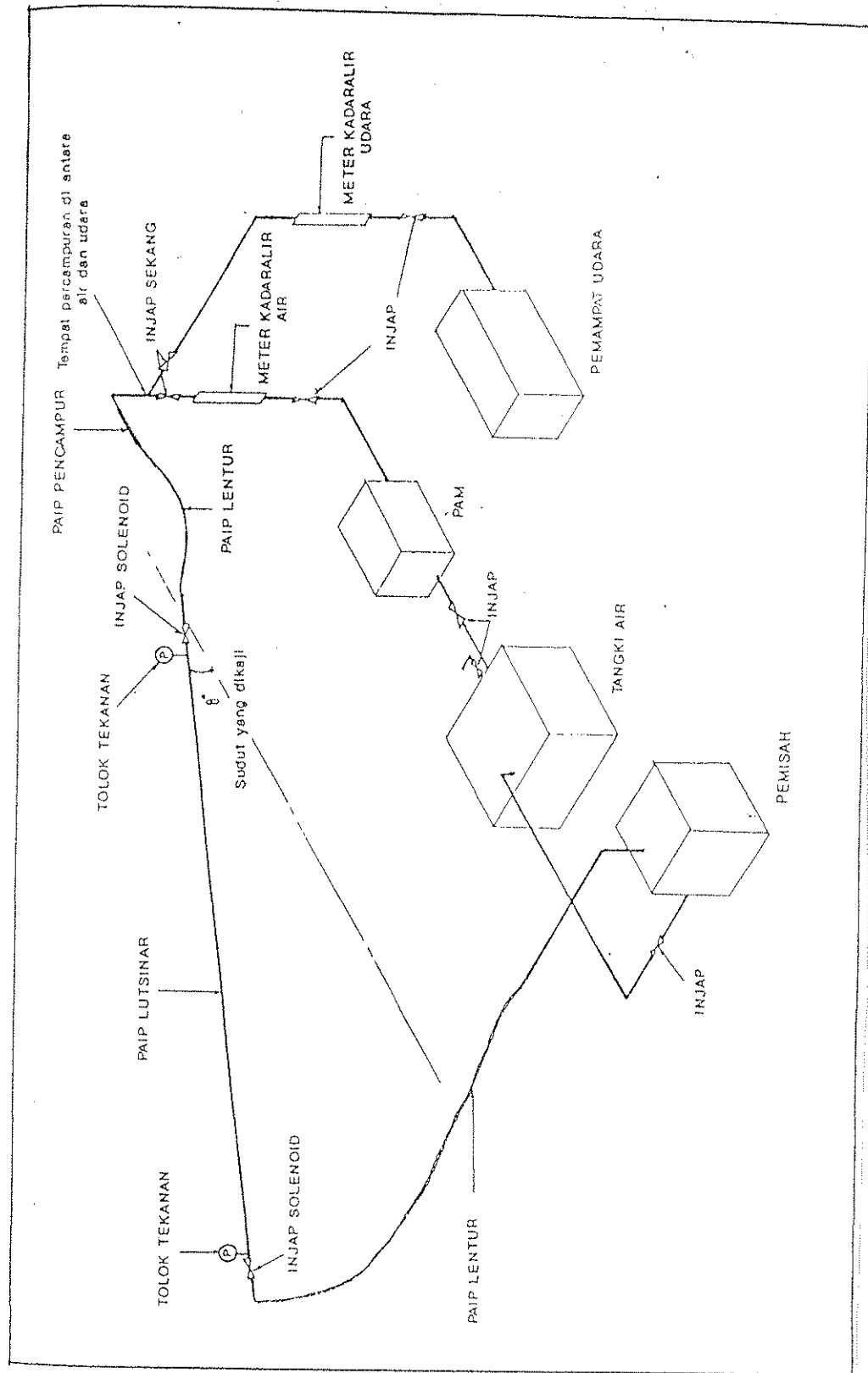
Brown, K.E., 1977. *Technology of Artificial Lift Methods*. Vol. 1.

Govier, G.W. dan Aziz, K., 1972. *The Flow of Complex Mixtures in Pipes*. Van Nostrand Reinhold Company.

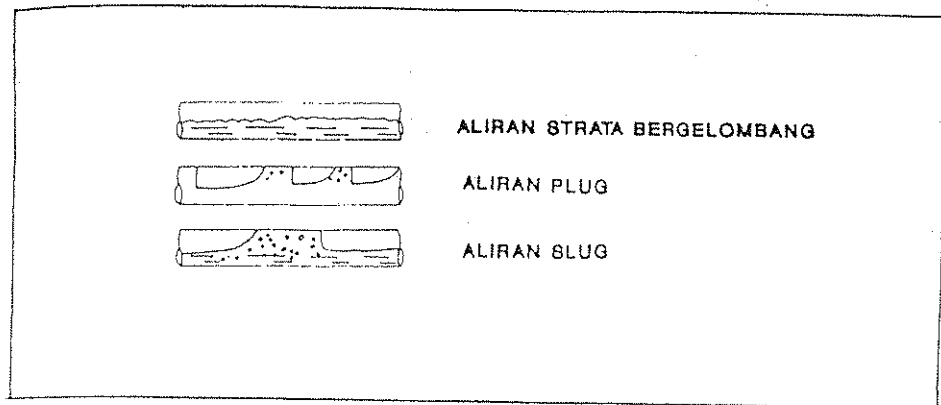
Mohd. Ghazali Abd. Karim, 1993. *Kajian Aliran Dua Fasa Di Dalam Suatu Paip Pada Sudut-sudut Yang Berlainan*. Tesis Sarjana Muda. UTM, Kuala Lumpur.

Mukherjee, M. dan Brill, J.P., 1983. *Liquid Holdup Correlation for Inclined Two Phase Flow*. Journal Petroleum of Technology. May. ms. 1003-1006.

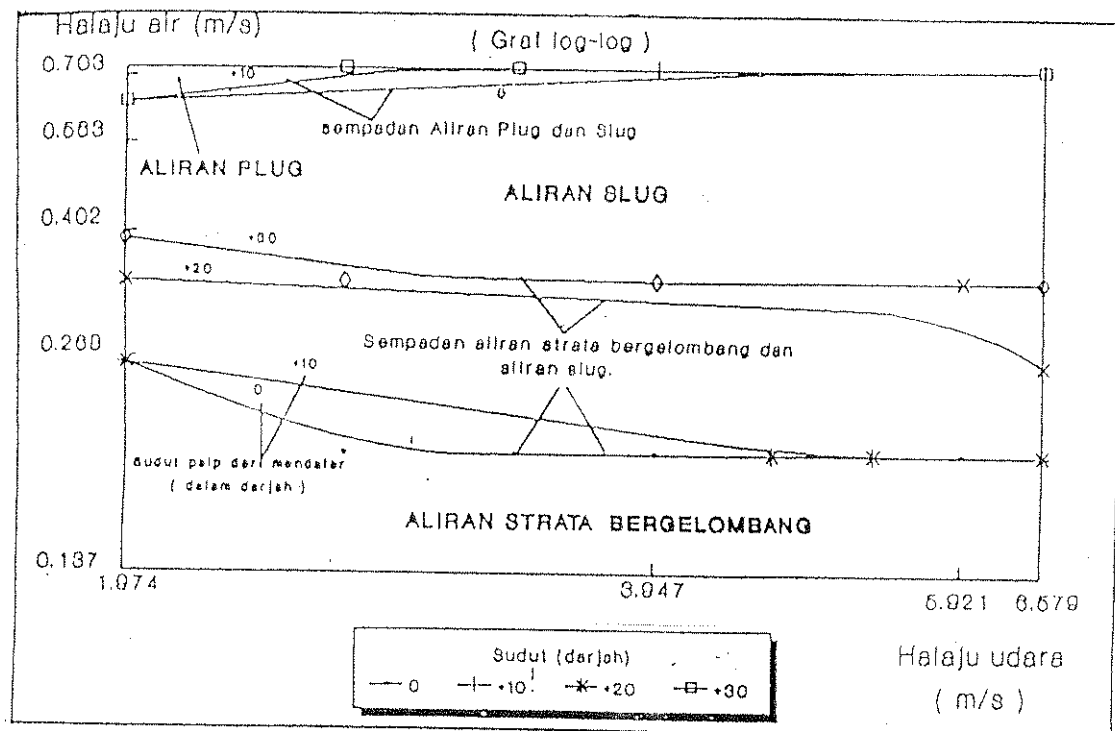
Thomas, L.G. et al., 1974. *Two Phase Flow Through Vertical, Inclined or Curved Pipe*. Journal Petroleum of Technology. Aug. ms. 915-929.



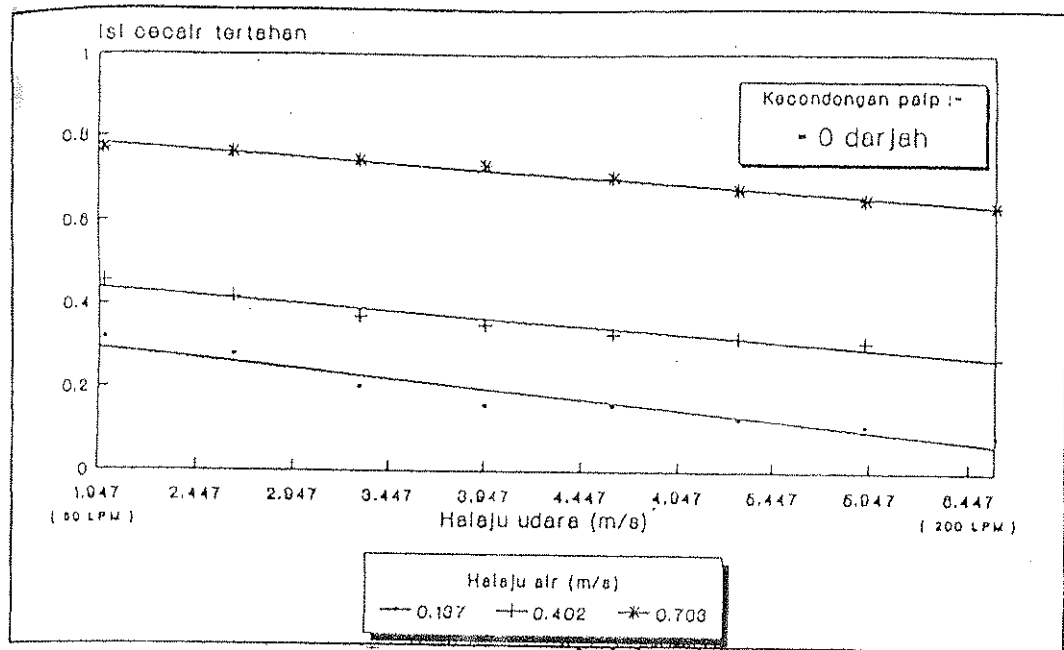
Rajah 1: Skema sistem aliran dua fasa.



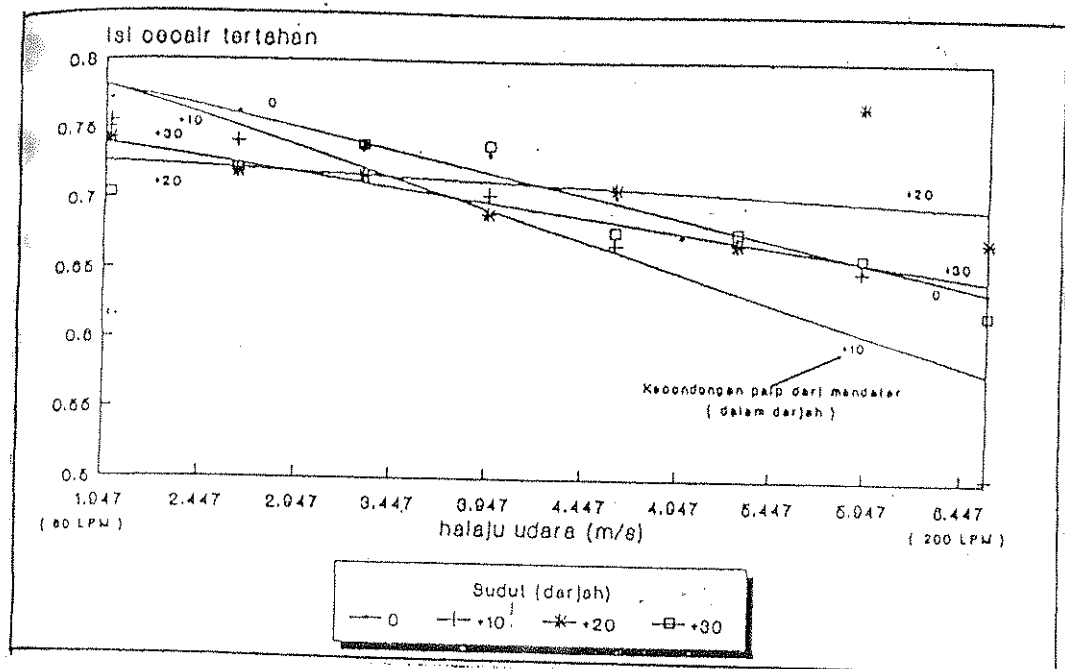
Rajah 2: Regim aliran.



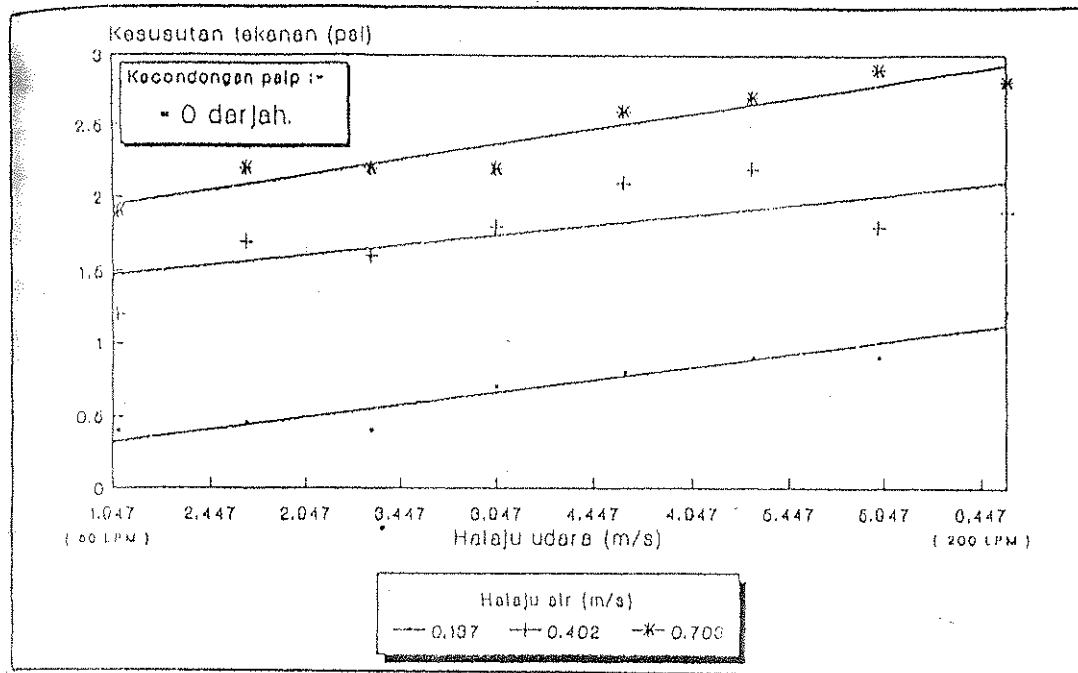
Rajah 3: Carta aliran dengan kecondongan paip kajian 0°, 10°, 20°, 30° dari mendatar.



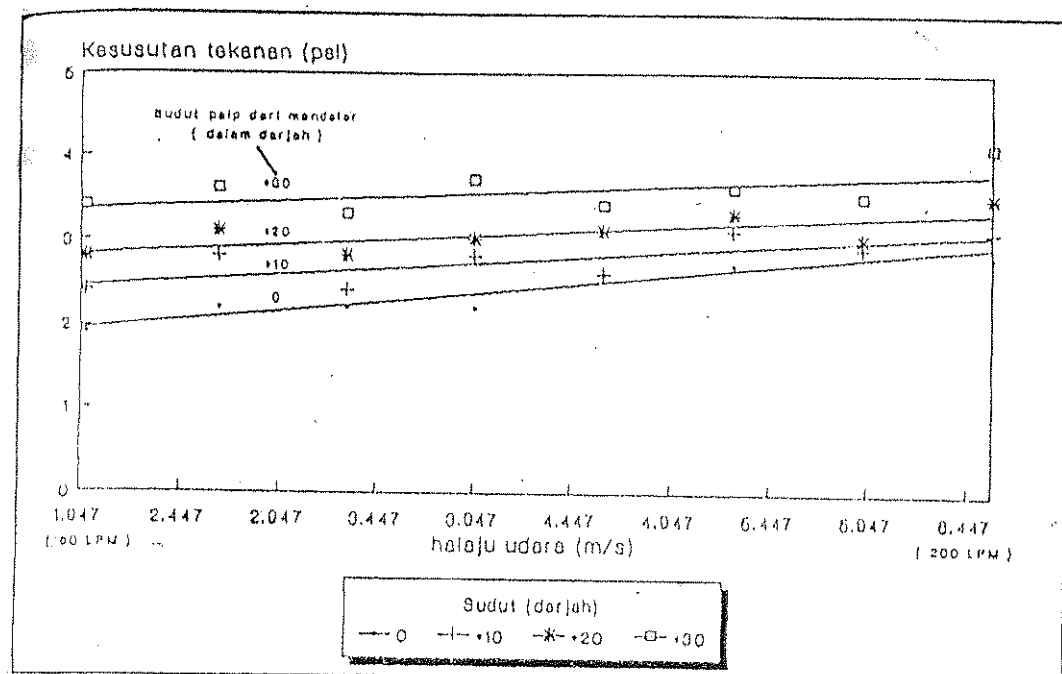
Rajah 4: Isi padu cecair tertahan terhadap halaju udara, dengan tiga halaju air berlainan pada kecondongan paip kajian 0°.



Rajah 5: Isi padu cecair tertahan terhadap halaju udara, dengan kecondongan paip kajian yang berlainan pada halaju air 0.703 m/s.



Rajah 6: Kesusutan tekanan terhadap halaju udara, dengan tiga halaju air berlainan pada kecondongan paip kajian 0°.



Rajah 7: Kesusutan tekanan terhadap halaju udara, dengan kecondongan paip kajian yang berlainan pada halaju air 0.703 m/s.